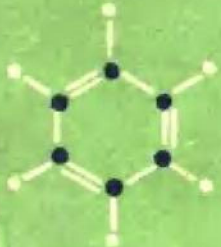




碳的世界

有机化学漫谈

〔美〕I. 阿西摩夫 著



科学出版社

碳 的 世 界

有机化学漫谈

〔美〕I. 阿西摩夫 著

郁 新 译

科 学 出 版 社

1 9 7 3

内 容 简 介

本书是科学普及读物,用浅近易懂的词句,深入浅出地介绍了有机化合物是什么,怎样构成的,以及它在工业、农业、医药卫生、人民生活等方面的作用。可供广大工农兵阅读,或作中学生的课外读物。

Isaac Asimov

THE WORLD OF CARBON

New, Revised Edition, 1962

Collier Books, New York

碳 的 世 界

有机化学漫谈

〔美〕I. 阿西摩夫 著

郁 新 译

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1973 年 10 月第 一 版 开本: 787×1092 1/32

1973 年 10 月第一次印刷 印张: 3 3/4

印数: 0001—81,200 字数: 84,000

统一书号: 13031·129

本社书号: 246·13—4

定 价: 0.28 元

目 录

前 言	化学的两个部分.....	(1)
第 一 章	长链和短链.....	(7)
第 二 章	在缺氢的情况下.....	(18)
第 三 章	单环和多环.....	(27)
第 四 章	形成盐的东西.....	(35)
第 五 章	酒和毒性.....	(44)
第 六 章	种种有羟基的东西.....	(52)
第 七 章	改变一下组合.....	(62)
第 八 章	甜的物质.....	(74)
第 九 章	酸的物质.....	(85)
第 十 章	水果、肌肉、肥皂.....	(94)
第十一章	特性消失在化合之中.....	(104)
结 语		..(115)

前言 化学的两个部分

动植物或矿物

化学家把一切物质划分为两大类。一类是有机物，如橄榄油、糖、淀粉、胶、丝、橡胶、纸和青霉素等等。另一类是无机物，如空气、水、砂、泥土、盐、金、银、铁、黄铜、玻璃和混凝土等等。

为什么分成这样两类呢？

这种分类法，是在1807年由瑞典化学家伯齐利厄斯首先提出的。当时，化学还是一门年轻的科学，人们对于客观存在的大量物质还了解得很少。

但是，即使如此，有一件事实似乎是明确的。这就是，有些物质，可以从土地、海洋或空气中取得，它们（如砂或水）看来是自从有了地球就存在了。而另一些物质，象糖，只有通过生命物体的创造才有的。它们只能依靠某种生命的形式，依靠种植甘蔗、甜菜、糖枫，然后从它们的体液中提取出糖来。

因此，伯齐利厄斯把只能得自活的有机体的物质，叫做有机物；而把其它的一切物质，都叫做无机物。有机物是生命（动物和植物）的产物，无机物则不是生命的产物。

在那个时候，这似乎是物质分类的好方法。有机物质和无机物质似乎有许多不同的地方。例如，有机物不如无机物坚实，而且易于破坏。

水是一种无机物，加热后会沸腾成为水汽，把水汽加热到几千度也不会破坏，冷却后仍然成为水。但是如果把橄榄油

(一种有机物)加热,它会冒烟燃烧,再也不是橄榄油了。

盐是一种无机物,加热后会融熔以至达到炽热的地步。但是,冷却之后,仍然是盐。如果把糖(一种有机物)加热,会放出蒸汽,然后烧焦而变黑。冷却之后,就不会恢复原来的性质了。

对于早期的化学家来说,还有另一点区别,使他们感触非常深。这就是,经过加热处理或是用其他方法,有机物可以转变成无机物。而把无机物转变成为有机物,则似乎毫无办法。

有机物好象只能是生命物体的产物。早期的化学家设想,这可能是由于产生这种物质必须有某些神秘的“生命力”,而这些“生命力”只存在于活的机体中。因此,他们认为不可能在化学实验室中制成有机物质。

后来,在1827年,出现了一个伟大的突破。这个事件和叫做尿素的有机物质有关。尿素是白色固体,是人体的一种排泄物,溶解于尿中。一个成年人,每天排出的尿素约有30克。

在1827年以前,化学家们一直都认定只有活的机体才能生成尿素。可是,在1827年,德国化学家乌勒,发现事情并不如此。他发现把无机物氰酸铵加热,会转变成为尿素。这就是说,在试管中,有些无机物变成了有机物。这个结果,使乌勒自己也深为惊奇。他一次又一次地重复试验,最后才敢于宣布这项成果。这样,在1828年,乌勒的报告震动了整个化学界。

乌勒的实验,没有任何差错。不多久,化学家们就在实验室中用无机物制成了若干种有机物。从而,人们原先用来把化学物质划分成两大类的依据,就站不住脚了。

含碳和不含碳

但是,这种分类的方法,还一直没有被抛弃。因为,人们又发现了有机物和无机物之间的另外一些重要差异。

有机物和无机物都是由各种不同的原子组成。这没有问题。但是,后来人们发现,伯齐利厄斯所谓的有机物,它们的分子至少都含有一个碳原子。而伯齐利厄斯所谓的无机物,虽然在分子中偶尔也含有碳原子,但是一般都不含碳原子。

因此,为了方便起见,我们把分子中含有碳原子的物质都叫做有机物,不管这些物质是不是存在于生命机体中。任何一种物质,分子中不包含碳原子,便是无机物。当然,这种分类法和伯齐利厄斯发明的分类法已经不完全一样了。

你可能会看出,化学的这两个部分,大小相差太悬殊了。有机化学只集中研究一种原子的化合物,而所有的其它元素的化合物都留给无机化学家去研究。

化学的这两个部分,的确不是平分的。不过,哪一个范围大、哪一个范围小却不是象你所想象的那样,实际上,有机化合物的数目更多。含碳的化合物,比不含碳的化合物多得多。目前已经知道的含碳化合物至少有一百七十万种,而且在实验室和自然界中,每天都还在不断地制造和发现更多的含碳化合物。与此相比,除了碳以外,其它元素所形成的无机化合物,到目前为止,总数才只有五十万种!

事情为什么会是这样的呢?

各种原子(碳除外)结合而成分子,只有在分子中包含的原子数量不多的时候,譬如由两三个原子组成,才比较坚牢,各个原子连结得比较牢靠。原子增多了,分子就不坚实,而且非常容易离散。因此,无机化合物的分子,含有十二个以上原

子的,十分罕见。

上述这个一般规律,对于含有碳原子的分子则是例外。碳原子可以彼此连接起来成为长链,或是成为许多碳环,然后再和其它种类的原子联接。按照这种办法,可以形成非常大的分子,而不致于过分不稳定。一个有机物分子含有上百万个原子,并不是罕见的事。

我们设想有两个小孩,各有一箱积木,可以用来搭房子。甲孩子那一箱积木,有九十种不同形状の木块,但是,每一次只允许用十块或是十二块来搭房子。乙孩子那一箱积木,只有四、五种不同形状の木块,但是,他每次可以用任何数量的木块来搭房子,如果他喜欢,可以用一百万块。

显然,乙孩子可以搭成更多式样的房子!

正是因为同样的理由,有机化合物要比无机化合物多得多。

在这本书中,我们将要谈到一些各种类型的有机化合物。大家会认识到它们的重要性,并且体会到对于有机化合物结构的深入了解,将会为我们的生活带来多大的好处。

分子的图解

在进入本题之前,为了便于大家和许多分子打交道,还不得不先讨论另外一个问题。到了十八世纪中叶,人们了解的有机化合物已经有几百种甚至几千种了。一个化学家要怎样描绘各种化合物,才能使得其它化学家也了解这些化合物的分子结构呢?

对于无机化合物,化学家可以用化学式来表达。化学式是由代表各种原子的符号所组成。这些符号多半是原子的拉丁文名称的头一个字母。比如,碳原子的符号是C,氢原子是

H, 氧原子是O, 氮原子是N, 等等。

对于某一种化合物来说, 只要标明分子中每一种原子的数目就够了。这样得出的就是化学式。例如, 水分子中含两个氢原子和一个氧原子, 它的化学式便是 H_2O_1 。为了简便起见, 如果某种原子只有一个, 只要写上原子符号就行了。因此, 水的化学式是 H_2O 。请注意, 这里的数目字写得小一些低一些, 这叫做下标。

对于有机化合物, 上述的方法显得不能满足要求。因为, 在有机物中, 常常有这样的情况: 两种或是多种不同的化合物, 它们的分子都是由相同数量和相同种类的原子组成的。比如, 有两种有机化合物, 一种叫乙醇, 另一种叫二甲醚, 它们的分子都含有两个碳原子、六个氢原子、一个氧原子, 化学式都是 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 。但是, 它们是两种不同的物质, 性能也不一样。它们的分子是由相同的原子组成, 可是在这两种分子中, 原子的排列各不相同。

设想一下, 如果你要自己装一个半导体收音机。你到店铺中买了整套的零件回来。其中有晶体管, 有小喇叭, 有电阻、电容等等。所有的零件, 应有尽有。现在的问题, 就是如何把它们安装起来。安装得对, 就能收听广播; 安装错了, 什么也听不到。

这时候, 你会感到迫切需要一张线路图, 从图中看出应该如何安装。没有线路图, 可以说, 就无从下手。

对于复杂的有机化合物分子来说, 情况也是这样, 光列举出分子中各种原子的数目, 是不够的。我们还需要能够指明各个原子如何结合的图解。

在 1859 年, 德国化学家克库勒提出了结构式。他把一个分子中的每一个原子的符号都写出来, 然后按照原子在分子中的排列, 用短线把各个符号联接起来。

在这本书中,我们偶尔要用到这种结构式。对此,大家一点儿也用不着害怕。用到的时候,自然会有所解释,而且你们会发现它并不难懂。实际上,要想了解有机化合物,而又不愿意用结构式,那是不成的。正象你要用零件装配一个复杂的半导体收音机,而你根本没见过这种收音机,也没有任何图纸,那怎么装得出来呢?

遇到结构式的时候,努力把它记住!你会发现,这样做并不困难。

第一章 长链和短链

最简单的有机化合物

事情,最好从简单的讲起。

有些化合物,它的分子只是由碳和氢两种原子组成。碳原子和氢原子,是有机化合物中最常见的原子。因此,我们就从这儿讲起吧。

在化合物中,只包含碳原子和氢原子,而不包含其它原子,这类化合物叫做碳氢化合物。

最简单的碳氢化合物,当然是每一个分子中只包含一个碳原子的化合物。一个碳原子能够和四个别的原子联接。一个氢原子则只能和一个别的原子联接。这也就是说,一个碳原子可以和四个氢原子联接。

我们用C来代表碳,H代表氢,四个H围着C,并且每一个H用一根短线和C相联,这种短线叫做键。我们得到下图:

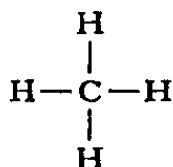


图1 甲烷

这个化合物叫做甲烷,它是一切有机化合物中最简单的一种。

甲烷是一种气体,它象空气一样,既没有颜色,也没有臭味。它和所有气体一样,只要冷到一定的温度,会从气体变成液体。但是,使甲烷液化的温度非常低,即使是南极的最冷的冬天也还不够冷,要靠特殊的实验装备才能达到甲烷液化的

温度。

甲烷的一个重要特性是会燃烧。也就是说，甲烷在空气中加热后，它分子中的碳原子和氢原子会互相脱离开来，并且分别和空气中的氧结合。每一个碳原子和两个氧原子结合成一个二氧化碳的分子。每两个氢原子和一个氧原子结合成一个水分子。在结合的过程中，放出光和热。这是一种非常有用的特性。通过管道把甲烷(连同其它可燃性气体，如氢或是一氧化碳)送到住宅或工厂，人们只要用火把它点着，就可以用来取暖、烧饭和做别的用处。

一般的说，几乎任何一种有机化合物，只要加热到足够的温度，都会燃烧。而大多数无机化合物，情况则不同，它们不会燃烧。

埋藏在水底或是地下的生物尸体，在腐烂和分解的过程中会产生甲烷。在沼泽地带，埋藏在水底的树桩和其它植物腐烂后所产生的气泡，其中主要是甲烷。因此，甲烷有时也叫沼气。

在煤矿的小空洞中，也有甲烷。煤，主要成分是碳原子，是生物的尸体在地下慢慢腐烂而成。在形成煤的同时，也产生了少量的甲烷，而这些甲烷被包裹在煤矿中。开矿的时候，煤层破裂了，相当多的甲烷渗入到矿井的空气中，这会造成危险。如果空气中的甲烷相当多，那末，只要有一丁点的火花，甲烷分子就会立即和空气中的氧结合，从而产生爆炸。因此，必须严防甲烷的出现。

把链子接起来

现在，我们用一个键把两个碳原子联接起来。这样，每个碳原子用去了一个键，都还具有和三个其它原子联接的能

力。如果所联接的原子都是氢,就成了下面的分子结构:

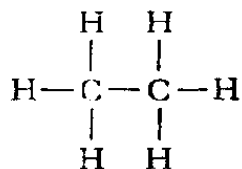


图2 乙烷

这样的分子就是乙烷。乙烷也是气体,它的性质和甲烷类似。

这样的链子,可以继续接下去。三个碳原子联接在一起,周围都是氢,形成的是丙烷。四个碳原子,配上必须的氢,就形成了丁烷。

丙烷和丁烷也都是气体,不过,由于它们的分子比较大,所以易于液化(这是有机化合物中的一个普遍规律)。南极冬天的温度,可以使丙烷液化,而要使丁烷液化,只要比水结冰时低一点的温度,就可以了。

丙烷和丁烷,象甲烷那样会燃烧。我们可以把这些比较复杂的气体,加压液化后,存储在金属容器中。将这些容器分送到用户家中,就可以慢慢放出气体,供取暖、做饭等使用。对于某些孤立的地区,这样做比起铺设管道由大型煤气厂供应煤气,要节约得多。

到了丁烷,并不是尽头。五个碳能够连接到一起,六个碳、七个碳、八个碳,甚至七十个碳、九十个碳,也可以连接在一起。我们用“天干”的顺序来命名这些烷类,五个碳的叫戊烷,六个碳的叫己烷,七个碳的叫庚烷,八个碳的叫辛烷,等等。超过十个碳的,就干脆叫十一烷、十二烷、……。

讲到“辛烷”,可能引起你的注意。也许你曾经在听人谈论汽油的时候,提到辛烷。汽油是庚烷、辛烷等各种碳氢化合物的混合物。

大家知道,汽油是液体。我们在前面已经讲过,碳氢化合物的分子越大,也就越容易液化。汽油中的各种碳氢化合物

分子,已经是大得根本无需冷却,在常温下便是液体。

汽油中的各种液态碳氢化合物,都具有挥发性,极易于气化。在给汽车添油的时候,我们闻到的便是这种气化气的味道。汽油的这种蒸气,如果和空气混合,遇火也会引起爆炸。正是因为这个,在汽油附近,严禁烟火。

在汽车的汽缸里面,汽油蒸气的爆炸得到了很好的应用。汽油的蒸气在气化器中和空气混合,然后送入汽缸。在汽缸中,这种混合气由于火花塞电火花的引燃而爆炸。这种爆炸驱动了活塞,从而为汽车的行驶提供了动力。

顺便说一下,打火机所用的燃料,也是各种碳氢化合物的混合物,成份和汽油非常近似。

链 的 分 支

各种汽油,有的贵些,有的便宜,这是什么缘故呢?为了说明这个问题,我们必须回头来再研究研究分子的结构式。

当你设想含有七个碳原子或是八个碳原子的碳氢化合物的时候,你可能比较有把握地认为各个碳原子是连接成一个直线的。但是,实际上,并不都是这样。你完全可以把碳原子按各式各样的排列连接在一起。

以四个碳的丁烷为例,四个碳原子可以有两种不同的连接方式:

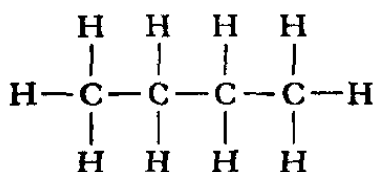


图3 正丁烷

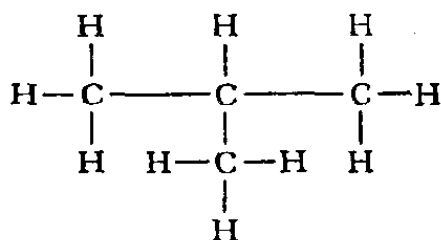


图4 异丁烷

数一数这两个分子中的原子,你会发现,每个分子中都有

四个碳原子和十个氢原子。但是,由于原子排列的不同,两种分子的性质也就有些差别。象这样由相同种类和数目的原子组成,但是原子排列不同的分子,叫做同分异构体。上页图中,四个碳原子排成一条直线的,是直链化合物,叫做正丁烷;四个碳原子不是排成一条直线的,是支链化合物,叫做异丁烷。

四个碳的碳氢化合物,碳原子只可能有两种不同的排列。随着碳氢化合物分子中的碳原子的增多,可能有的排列种数也就迅速增加。对于多碳的碳氢化合物,你可以在链中的任意一点引出分支,所引出的分支可以不止一个,支链可以有各种长度,而且可以在支链上再引出分支。

八个碳原子的辛烷,链上的碳原子排列有十八种可能的方式。这也就是说,可以有十八种不同的辛烷,而每一种辛烷分子都是由八个碳原子和十八个氢原子组成。这十八种辛烷,性质都稍有差别。若要深入了解它们的性质,需要分别加以研究。

汽油中的各种碳氢化合物,受热后都会燃烧;而且这些碳氢化合物的蒸气,和空气混合后,受到火花的引燃,也都会爆炸。不过,它们的燃烧并不是按着完全相同的途径。在这里,同分异构体的性质差别,显得十分重要了。直链的碳氢化合物,燃烧得稍微快些,而支链的碳氢化合物,燃烧得稍微慢些。

如果让正庚烷(有七个碳原子,形成一条直链)的蒸气和空气混合后,在汽车汽缸中点燃,爆炸就会来得太快。于是,汽缸中出现爆裂的声音,活塞受到冲击,活塞的忽隐忽现的节奏声被搅乱了。这就是所谓发动机爆震。这种现象表明动力被浪费,而且发动机可能被弄坏。

其它碳氢化合物用起来就好一些。特别是辛烷的一种同

分异构体,性能非常好。这种同分异构体,在碳链上有三个小支链,它的名字是异辛烷。当火花使异辛烷和空气的混合物爆炸的时候,这种爆炸比庚烷来得慢。先是靠近火花的异辛烷分子产生爆炸,然后一步一步地向外扩展。这样,既没有爆裂声,也不会冲击活塞,活塞的运动是完整的匀称的冲程,动力也就很有效地使用了。

汽油常用辛烷值来表明它们的质量。辛烷值的大小则按汽油所产生的发动机爆震的量来确定。单是正庚烷,辛烷值是零;单是异辛烷,辛烷值是一百。将某种汽油在发动机中的燃烧情况,和各种比例的正庚烷与异辛烷的混合物的燃烧情况,加以比较,就可以确定该种汽油的辛烷值。汽油的辛烷值越大,效率越高,价格也越贵。

化学家们发现,给汽油加入一些抗震化合物,可以减轻爆震。一种最有名的这类化合物叫做四乙铅,它的每一个分子中有一个铅原子。在汽油中,只要加入不到千分之一的四乙铅,便可得到良好的效果。含铅汽油,由于含铅,比普通汽油要毒得多,使用起来更得小心。

我们现在汽车使用的汽油,辛烷值一般是 66 到 80。高级的汽油,辛烷值有高达 95 甚至更多。实际上,还有辛烷值大于一百的特种汽油,专门供飞机使用。

各种碳氢化合物的来源

石油中含有几百种不同的碳氢化合物。为了很好利用石油中的各种成份,必须对石油加以精炼。这就是,把它分成几类碳氢化合物,每一类化合物都有自己的特殊用途。例如,如果汽油中含有十五碳的分子,事情就不妙了。这种分子不易于蒸发,因而,燃烧得太慢。这样,讨厌的烟臭便会堵塞发动

机。因此，汽油中只能含有整个石油混合物中的一部分碳氢化合物。

精炼汽油的要诀是利用各种碳氢化合物的不同气化温度。碳链越长的分子，气化越难，要用较多的热量才能使之完全气化。换句话说，碳链长的碳氢化合物的沸点高于碳链短的碳氢化合物。

石油稍稍加热后，碳链非常短的分子立即变成蒸气。把这种气体引出来，加以冷却，便恢复成为液体。进一步加热余下的部分，碳链长一些的也变成蒸气；再加热，碳链更长的部分，也气化了。这些蒸气一产生，就把它引出来，予以冷却，直到液化。每一种液体是石油的一个特殊部分。上述的这种过程，就是所谓分馏。

石油分馏中，首先出来的部分，主要是由戊烷和己烷组成，叫做石油醚。随后出来的是汽油，再后是煤油。

五十年前或是再早以前，煤油用于照明，是一种十分重要的产品。即使是现在，也还有许多农村点用煤油灯。石油曾经一度显得重要，主要是由于从中可以提取煤油。随着电灯的发展，煤油逐渐过时，而随着汽车的发展，对汽油的需要增加起来了。

目前，煤油和柴油比汽油便宜，为此，人们设计了可以单独使用煤油或柴油的发动机。拖拉机、公共汽车、机车和船舶，多数是使用这种发动机。现在，有人在研究使这种发动机用在小汽车上。

在柴油之后的馏份是重油。这种油越来越普遍地用作工业加热燃料。碳氢化合物的分子，碳链越长，产生的蒸气越少，爆炸的危险性也就减少了。因此，使用柴油要比汽油安全得多，而且，它在油炉中也非常容易燃烧。

现在，在石油精炼方面，化学家们不满足于只是取出石油